

**SISTEM *SMART TRANSPORTATION* UNTUK
PENENTUAN JALUR TERBAIK DENGAN
PERBANDINGAN METODE KNN YANG
DIOPTIMASI DENGAN *GRID SEARCH* DAN
*RANDOM SEARCH***

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH:

**NANDA PUTRI MARIZA
09011381924116**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**SISTEM *SMART TRANSPORTATION* UNTUK PENENTUAN
JALUR TERBAIK DENGAN PERBANDINGAN METODE
KNN YANG DIOPTIMASI DENGAN *GRID SEARCH* DAN
*RANDOM SEARCH***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

OLEH:
NANDA PUTRI MARIZA
09011381924116

Pembimbing I Tugas Akhir

Dr. Ir. Sukemi, M.T.
NIP. 196612032006041001

Palembang, 26 Juli 2023
Pembimbing II Tugas Akhir

Ahmad Fali Oklilas, M.T.
NIP. 197210151999031001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T.
NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERSETUJUAN

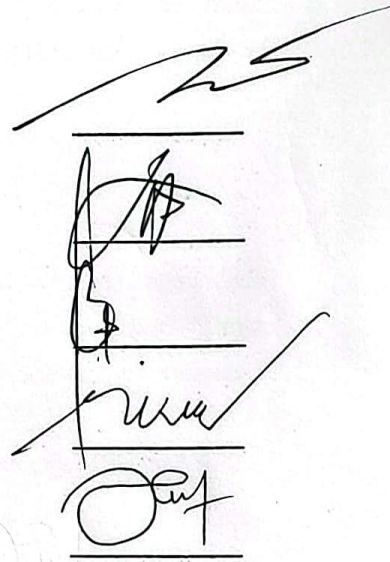
Telah diuji dan lulus pada

Hari : Selasa

Tanggal : 11 Juli 2023

Tim Penguji

1. Ketua : Rossi Passarella, M.Eng.
2. Sekretaris : Abdurahman, M. Han.
3. Penguji : Sutarno, M.T.
4. Pembimbing : Dr. Ir. Sukemi, M.T.
5. Pembimbing II : Ahmad Fali Oklilas, M.T.



Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nanda Putri Mariza

NIM : 09011381924116

Judul : Sistem *Smart Transportation* Untuk Penentuan Jalur Terbaik Dengan Perbandingan Metode KNN Yang Dioptimasi Dengan *Grid Search* Dan *Random Search*

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 13%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima saksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Palembang, 26 Juli 2023



Nanda Putri Mariza

NIM. 09011381924116

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat, taufik, dan hidayah-Nya yang sangat besar dan tidak pernah berhenti kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Sistem *Smart Transportation* Untuk Penentuan Jalur Terbaik Dengan Perbandingan Metode KNN Yang Dioptimasi Dengan *Grid Search* Dan *Random Search*”.

Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT, dan rasa terima kasih kepada semua pihak atas bantuan, bimbingan, dan saran yang telah diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Kedua orang tua dan keluarga saya tercinta yang sudah membesarkan dengan penuh kasih sayang dan terima kasih untuk segala doa, motivasi serta dukungannya selama ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. M. Said, M.Sc., selaku Plt. Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Ir. Sukemi, M.T., selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya dan sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir I yang telah berkenan meluangkan waktunya dalam membimbing, memberikan saran, dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir.
5. Bapak Ahmad Fali Oklilas, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir II yang telah berkenan meluangkan waktunya dalam membimbing, memberikan saran, dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir.

6. Bapak Ahmad Zarkasi M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer.
7. Mbak Sari Nuzulastri selaku Admin Jurusan Sistem Komputer yang telah membantu administrasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Teman-teman seperjuangan saya yang senantiasa membantu dan memberikan saran kepada penulis selama penyusunan laporan Tugas Akhir ini dari awal sampai selesai yaitu Arum, Dinda, Ghina, dan Manda.
9. Seluruh anggota *training* TA yaitu David, Syairillah, Alpina, Azhari, dan Ridho yang telah membantu penulis untuk melakukan proses TA ini, serta pengumpulan *dataset*.
10. Kakak-kakak tingkat yang menjadi panutan sekaligus mentor dan seluruh teman-teman angkatan 2019 Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penting bagi penulis agar tugas akhir ini bisa lebih baik. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi khalayak.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Palembang, Juli 2023

Penulis,

Nanda Putri Mariza
NIM. 09011381924116

**SISTEM SMART TRANSPORTATION UNTUK PENENTUAN JALUR
TERBAIK DENGAN PERBANDINGAN METODE KNN YANG
DIOPTIMASI DENGAN *GRID SEARCH* DAN *RANDOM SEARCH***

NANDA PUTRI MARIZA (09011381924116)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Sriwijaya

Email: nandapmariza@gmail.com

ABSTRAK

Kemacetan lalu lintas saat ini merupakan masalah utama yang terjadi di kota-kota besar di Indonesia. Oleh karena itu, diperlukan sistem penentuan jalur terbaik untuk mengatasi masalah kemacetan lalu lintas. Sistem tersebut termasuk dalam konsep *smart transportation* yang diterapkan dalam *smart city*. Menggunakan teknik *computer vision* semakin menarik perhatian untuk pengembangan *smart transportation* pada lalu lintas. Dalam penelitian ini menggunakan algoritma deteksi objek *You Only Look Once version 8* (YOLOv8) untuk klasifikasi dan deteksi kendaraan agar mendapatkan sebuah model yang optimal. Pengujian Model YOLOv8 mendapatkan hasil *mean Average Precision* (mAP) sebesar 73,2%, dengan mendapatkan akurasi deteksi motor sebesar 66% dan mobil sebesar 79%. Selain itu, digunakan juga *K-Nearest Neighbor* (KNN) yang dioptimasi dengan *grid search* dan *random search* untuk mengklasifikasi kondisi kepadatan jalan, serta algoritma *A-star* digunakan untuk penentuan jalur terbaik. Model KNN menghasilkan akurasi sebesar 85,9% dan akurasi pembacaan sebesar 84,98%. Optimasi dengan *grid search* menghasilkan akurasi model sebesar 82,81% dan akurasi pembacaan sebesar 91,64%. Sedangkan dengan optimasi *random search* menghasilkan akurasi model sebesar 87,5% dan akurasi pembacaan sebesar 89,96%. Implementasi Algoritma *A-star* untuk penentuan jalur terbaik menghasilkan jalur terbaik yaitu pada jalur 2. Hasil jalur 2 terpilih berdasarkan parameter kondisi jalan dan jarak tempuh yang menghasilkan total bobot terkecil.

Kata Kunci : Penentuan Jalur Terbaik, *Smart Transportation*, *Smart City*, *You Only Look Once version 8* (YOLOv8), *K-Nearest Neighbor* (KNN), *Grid Search*, *Random Search*, Algoritma *A-star*

**SMART TRANSPORTATION SYSTEM FOR DETERMINING THE BEST
PATH WITH COMPARISON OF THE KNN METHOD OPTIMIZED WITH
GRID SEARCH AND RANDOM SEARCH**

NANDA PUTRI MARIZA (09011381924116)

Department of Computer Systems, Faculty of Computer Science

Sriwijaya University

Email: nandapmariza@gmail.com

ABSTRACT

Traffic congestion is currently a major problem in big cities in Indonesia. Therefore, a system for determining the best paths is needed to address traffic congestion issues. This system is part of the concept of smart transportation implemented in smart cities. The use of computer vision techniques has attracted attention for the development of smart transportation in traffic. In this research, the You Only Look Once version 8 (YOLOv8) object detection algorithm is used for vehicle classification and detection to obtain an optimal model. The YOLOv8 Model testing produce a mean Average Precision (mAP) result of 73.2%, with a detection accuracy of 66% for motorcycles and 79% for cars. In addition, the optimized K-Nearest Neighbor (KNN) algorithm with grid search and random search is used to classification road density conditions, while the A-star algorithm is used for determining the best paths. The KNN model achieved an accuracy of 85.9% and a reading accuracy of 84.98%. Optimization with grid search resulted in a model accuracy of 82.81% and a reading accuracy of 91.64%. Meanwhile, optimization with random search resulted in a model accuracy of 87.5% and a reading accuracy of 89.96%. The implementation of the A-star algorithm for determining the best path resulted in the selection of path 2. The chosen path 2 was determined based on road conditions and distance parameters, resulting in the smallest total weight.

Keywords : *Determining the Best Path, Smart Transportation, Smart City, You Only Look Once version 8 (YOLOv8), K-Nearest Neighbor (KNN), Grid Search, Random Search, A-star Algorithm*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Metodologi Penelitian	5
1.6.1 Metode Studi Pustaka dan Literatur.....	5
1.6.2 Metode Konsultasi	5
1.6.3 Metode Penentuan Model	5
1.6.4 Metode Pengujian	6
1.6.5 Metode Analisis dan Kesimpulan	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terdahulu.....	8
2.2 <i>Smart Transportation</i>	9
2.3 Jalur Terbaik.....	10
2.4 <i>Machine Learning</i>	11
2.5 <i>K-Nearest Neighbor (KNN)</i>	11
2.6 <i>Grid Search</i>	12
2.7 <i>Random Search</i>	13

2.8	<i>Confusion Matrix</i>	14
2.9	Metode <i>Heuristic</i> Algoritma <i>A-Star</i>	16
2.10	<i>Smart City</i>	17
2.11	Kota Palembang	18
2.12	Kemacetan Lalu Lintas.....	19
2.13	<i>Closed Circuit Television</i> (CCTV).....	20
2.14	<i>You Only Look Once</i> (YOLO).....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		23
3.1	Rancangan Diagram Alir Penelitian.....	23
3.2	Studi Literatur.....	25
3.3	Pengumpulan <i>Dataset</i>	25
3.3.1	Spesifikasi <i>Hardware</i>	26
3.3.2	Spesifikasi <i>Software</i>	27
3.4	Perancangan <i>Preprocessing</i>	28
3.5	Hasil <i>Training</i>	35
3.6	Pengujian Model.....	38
3.7	Pengumpulan Data (Rekaman CCTV)	40
3.8	<i>You Only Look Once</i> (YOLO)	42
3.9	Metode <i>K-Nearest Neighbor</i> (KNN)	42
3.10	<i>Output</i> Metode <i>K-Nearest Neighbor</i> (KNN).....	46
3.11	Optimasi <i>Grid Search</i>	46
3.12	Optimasi <i>Random Search</i>	47
3.13	<i>Output</i> Setelah Dioptimasi	48
3.14	Metode <i>Heuristic</i> Algoritma <i>A-Star</i>	49
3.15	Hasil Jalur Terbaik	51
3.16	Analisa dan Kesimpulan.....	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		52
4.1	Pengumpulan Data (Rekaman CCTV)	52
4.2	<i>You Only Look Once</i> (YOLO).....	53
4.3	Metode <i>K-Nearest Neighbor</i> (KNN)	54
4.4	<i>Output K-Nearest Neighbor</i> (KNN) Kondisi Jalan	59
4.5	Optimasi <i>Grid Search</i>	73
4.6	<i>Output Grid Search</i> Kondisi Jalan	76
4.7	Metode <i>Heuristic</i> Algoritma <i>A-Star</i>	91

4.8 Hasil Jalur Terbaik KNN- <i>Grid Search</i>	93
4.9 Optimasi <i>Random Search</i>	96
4.10 <i>Output Random Search</i> Kondisi Jalan.....	99
4.11 Metode <i>Heuristic</i> Algoritma <i>A-Star</i>	114
4.12 Hasil Jalur Terbaik KNN- <i>Random Search</i>	116
4.13 Analisa dan Kesimpulan.....	119
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	125
5.1 Kesimpulan.....	125
5.2 Saran.....	126
DAFTAR PUSTAKA	127
LAMPIRAN.....	132

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Algoritma <i>Random Search</i>	14
Gambar 2.2 <i>Confusion Matrix</i>	14
Gambar 2.3 Algoritma <i>A-Star</i>	17
Gambar 2.4 Kemacetan Lalu Lintas.....	20
Gambar 2.5 CCTV	21
Gambar 2.6 Sistem YOLO.....	21
Gambar 3.1 Rancangan Diagram Penelitian Tugas Akhir	24
Gambar 3.2 <i>Dataset</i> Kendaraan	25
Gambar 3.3 <i>Screenshot</i> 4.224 <i>file</i> foto.....	26
Gambar 3.4 <i>Dataset</i> Penulis Sebelum <i>Cleaning</i>	28
Gambar 3.5 <i>Dataset</i> Kotor Penulis	29
Gambar 3.6 <i>Dataset</i> Penulis Setelah <i>Cleaning</i>	29
Gambar 3.7 Total Gabungan Foto Setelah <i>Cleaning</i>	30
Gambar 3.8 Urutan Nama <i>File</i>	31
Gambar 3.9 Format <i>File</i>	31
Gambar 3.10 Penyeragaman Format dan Penggabungan <i>File</i> 4.224.....	32
Gambar 3.11 Proses <i>Labelling</i>	33
Gambar 3.12 File .txt Hasil <i>Labelling</i>	33
Gambar 3.13 Data <i>Training</i>	34
Gambar 3.14 Data <i>Testing</i>	34
Gambar 3.15 Label Pada Motor dan Mobil	35
Gambar 3.16 Model Hasil <i>Training</i> YOLOv8.....	35
Gambar 3.17 <i>Confusion Matrix</i> YOLOv8	36
Gambar 3.18 <i>F1 Confidence Curve</i>	36
Gambar 3.19 kurva <i>precision-recall</i>	37
Gambar 3.20 <i>Code</i> Pengujian Model YOLO.....	38
Gambar 3.21 Hasil Pengujian Model	39
Gambar 3.22 <i>Output</i> csv dari YOLO	39
Gambar 3.23 <i>Screenshot</i> video CCTV simpang kampus.....	40
Gambar 3.24 <i>Code</i> Program KNN	43

Gambar 3.25 <i>Code</i> Perhitungan Performa KNN.....	43
Gambar 3.26 Tabel Referensi .csv	46
Gambar 3.27 <i>Code</i> Program <i>Grid Search</i>	47
Gambar 3.28 <i>Code</i> Evaluasi Final <i>Grid Search</i>	47
Gambar 3.29 <i>Code</i> Program <i>Random Search</i>	48
Gambar 3.30 <i>Code</i> Evaluasi Perhitungan <i>Random Search</i>	48
Gambar 4.1 Peta Titik Awal dan Akhir	52
Gambar 4.2 Model KNN.....	55
Gambar 4.3 <i>Confusion Matrix</i> KNN.....	55
Gambar 4.4 <i>Classification Report</i> Metode KNN.....	58
Gambar 4.5 Hasil <i>Output</i> Kondisi Jalan Metode KNN.....	59
Gambar 4.6 Persentase KNN Pagi	68
Gambar 4.7 Grafik Akurasi Pembacaan KNN Pagi.....	69
Gambar 4.8 Persentase KNN Siang	70
Gambar 4.9 Grafik Akurasi Pembacaan KNN Siang.....	70
Gambar 4.10 Persentase KNN Sore	71
Gambar 4.11 Grafik Akurasi Pembacaan KNN Sore.....	71
Gambar 4.12 Persentase KNN Keseluruhan	72
Gambar 4.13 Grafik Akurasi Pembacaan KNN Keseluruhan.....	72
Gambar 4.14 Model <i>Grid Search</i>	73
Gambar 4.15 <i>Confusion Matrix Grid Search</i>	73
Gambar 4.16 <i>Classification Report Grid Search</i>	76
Gambar 4.17 Hasil <i>Output</i> Kondisi Jalan <i>Grid Search</i>	77
Gambar 4.18 Persentase <i>Grid Search</i> Pagi	87
Gambar 4.19 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Grid Search</i> Pagi.....	87
Gambar 4.20 Persentase <i>Grid Search</i> Siang	88
Gambar 4.21 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Grid Search</i> Siang.....	88
Gambar 4.22 Persentase <i>Grid Search</i> Sore	89
Gambar 4.23 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Grid Search</i> Sore.....	89
Gambar 4.24 Persentase <i>Grid Search</i>	90
Gambar 4.25 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Grid Search</i> Keseluruhan.....	90
Gambar 4.26 Rancangan Pemilihan Jalur	91

Gambar 4.27 Visualisasi <i>Graph</i> 21 November 2022 Pagi	92
Gambar 4.28 <i>Input</i> Nama Jalan dan Nilai Bobot <i>Grid Search</i>	93
Gambar 4.29 Bobot Total 6 Jalur	94
Gambar 4.30 Hasil Jalur Terbaik KNN- <i>Grid Search</i>	94
Gambar 4.31 Visualisasi <i>Graph</i> dengan Jalur Terpilih.....	95
Gambar 4.32 Visualisasi <i>Graph</i> Terpilih.....	95
Gambar 4.33 Hasil Jalur yang Terpilih Pada <i>Maps</i>	96
Gambar 4.34 Model <i>Random Search</i>	96
Gambar 4.35 <i>Confusion Matrix Random Search</i>	97
Gambar 4.36 <i>Classification Report Random Search</i>	99
Gambar 4.37 Hasil Kondisi Jalan <i>Random Search</i>	100
Gambar 4.38 Presentase <i>Random Search</i> Pagi	110
Gambar 4.39 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Random Search</i> Pagi	110
Gambar 4.40 Persentase <i>Random Search</i> Siang	111
Gambar 4.41 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Random Search</i> Siang.....	111
Gambar 4.42 Persentase <i>Random Search</i> Sore	112
Gambar 4.43 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Random Search</i> Sore.....	112
Gambar 4.44 Presentase <i>Random Search</i> Keseluruhan	113
Gambar 4.45 Grafik Akurasi Pembacaan <i>Random Search</i> Keseluruhan.....	114
Gambar 4.46 Rancangan Pemilihan Jalur	115
Gambar 4.47 Visualisasi <i>Graph</i>	116
Gambar 4.48 <i>Input</i> Nama Jalan dan Nilai Bobot <i>Random Search</i>	117
Gambar 4.49 Bobot Total 6 Jalur.....	117
Gambar 4.50 Hasil Jalur Terbaik KNN- <i>Random Search</i>	118
Gambar 4.51 Visualisasi <i>Graph</i> dengan Jalur Terpilih.....	118
Gambar 4.52 Visualisasi <i>Graph</i> Terpilih.....	118
Gambar 4.53 Hasil Jalur Terpilih Pada <i>Maps</i>	119

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Hardware</i>	27
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>Software</i>	27
Tabel 3.3 Jumlah Pengumpulan <i>Dataset</i>	30
Tabel 3.4 Hasil <i>Training</i>	38
Tabel 3.5 Spesifikasi Rekaman CCTV.....	40
Tabel 3.6 Nilai Lebar Jalan dan Jarak Tempuh.....	41
Tabel 3.7 Tabel Referensi.....	44
Tabel 3.8 Nilai <i>Input</i>	45
Tabel 3.9 Nilai <i>Output</i>	46
Tabel 3.10 Bobot Algoritma <i>A-Star</i>	50
Tabel 4.1 Rancangan Pemilihan Jalur.....	53
Tabel 4.2 <i>Output</i> Jumlah Kendaraan pada YOLO.....	54
Tabel 4.3 <i>Precision</i> KNN.....	56
Tabel 4.4 <i>Recall</i> KNN.....	56
Tabel 4.5 <i>F1-Score</i> KNN.....	56
Tabel 4.6 KNN 7 November Pagi.....	59
Tabel 4.7 KNN 7 November Siang.....	60
Tabel 4.8 KNN 7 November Sore.....	61
Tabel 4.9 KNN 8 November Pagi.....	61
Tabel 4.10 KNN 8 November Sore.....	62
Tabel 4.11 KNN 9 November Pagi.....	62
Tabel 4.12 KNN 9 November Siang.....	63
Tabel 4.13 KNN 9 November Sore.....	63
Tabel 4.14 KNN 10 November Pagi.....	64
Tabel 4.15 KNN 10 November Siang.....	64
Tabel 4.16 KNN 10 November Sore.....	65
Tabel 4.17 KNN 11 November Pagi.....	65
Tabel 4.18 KNN 11 November Siang.....	66
Tabel 4.19 KNN 11 November Sore.....	66

Tabel 4.20 KNN 21 November Pagi	67
Tabel 4.21 <i>Precision Grid Search</i>	74
Tabel 4.22 <i>Recall Grid Search</i>	75
Tabel 4.23 <i>F1-Score Grid Search</i>	75
Tabel 4.24 <i>Grid Search</i> 7 November Pagi	77
Tabel 4.25 <i>Grid Search</i> 7 November Siang	78
Tabel 4.26 <i>Grid Search</i> 7 November Sore.....	78
Tabel 4.27 <i>Grid Search</i> 8 November Pagi	79
Tabel 4.28 <i>Grid Search</i> 8 November Sore.....	80
Tabel 4.29 <i>Grid Search</i> 9 November Pagi	80
Tabel 4.30 <i>Grid Search</i> 9 November Siang	81
Tabel 4.31 <i>Grid Search</i> 9 November Sore.....	81
Tabel 4.32 <i>Grid Search</i> 10 November Pagi	82
Tabel 4.33 <i>Grid Search</i> 10 November Siang	82
Tabel 4.34 <i>Grid Search</i> 10 November Sore.....	83
Tabel 4.35 <i>Grid Search</i> 11 November Pagi	83
Tabel 4.36 <i>Grid Search</i> 11 November Siang	84
Tabel 4.37 <i>Grid Search</i> 11 November Sore.....	85
Tabel 4.38 <i>Grid Search</i> 21 November Pagi	85
Tabel 4.39 <i>Precision Random Search</i>	98
Tabel 4.40 <i>Recall Random Search</i>	98
Tabel 4.41 <i>F1-Score Random Search</i>	98
Tabel 4.42 <i>Random Search</i> 7 November Pagi	100
Tabel 4.43 <i>Random Search</i> 7 November Siang	101
Tabel 4.44 <i>Random Search</i> 7 November Sore	102
Tabel 4.45 <i>Random Search</i> 8 November Pagi	102
Tabel 4.46 <i>Random Search</i> 8 November Sore	103
Tabel 4.47 <i>Random Search</i> 9 November Pagi	103
Tabel 4.48 <i>Random Search</i> 9 November Sore	104
Tabel 4.49 <i>Random Search</i> 9 November Sore	104
Tabel 4.50 <i>Random Search</i> 10 November Pagi	105
Tabel 4.51 <i>Random Search</i> 10 November Siang	106

Tabel 4.52 <i>Random Search</i> 10 November Sore	106
Tabel 4.53 <i>Random Search</i> 11 November Pagi	107
Tabel 4.54 <i>Random Search</i> 11 November Siang	107
Tabel 4.55 <i>Random Search</i> 11 November Sore	108
Tabel 4.56 <i>Random Search</i> 21 November Pagi	109
Tabel 4.57 Hasil Akurasi Model	120
Tabel 4.58 Hasil Akurasi Pembacaan Model.....	122
Tabel 4.59 Hasil Jalur Terbaik Algoritma <i>A-star</i>	123
Tabel 4.60 Total Jarak.....	123

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Akurasi Pengujian YOLO	133
Lampiran 2. Tabel Referensi.....	135
Lampiran 3. <i>Output</i> Jumlah Kendaraan Pada YOLO	147
Lampiran 4. Total Jarak	153
Lampiran 5. Form Revisi Penguji	156
Lampiran 6. Form Revisi Pembimbing I.....	157
Lampiran 7. Form Revisi Pembimbing II	158
Lampiran 8. Hasil Turnitin.....	159

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi cerdas menjadi bagian penting bagi masyarakat modern dalam perkembangan kota dan peningkatan populasi. Perencanaan dan pembelajaran transportasi yang sistematis dan efisien sangat penting untuk mengatasi dan menangani sistem transportasi yang kompleks [1]. Bidang transportasi adalah salah satu masalah yang dihadapi oleh *smart city* [2]. Sistem transportasi cerdas adalah teknik atau aplikasi untuk menghasilkan informasi melalui sensor canggih, komputer dan teknologi komunikasi yang meningkatkan proses layanan lalu lintas. Sebagian besar masalah prediksi lalu lintas disebabkan karena infrastruktur yang ada. Namun, beberapa masalah juga disebabkan oleh manajemen arus lalu lintas yang buruk dan kemacetan [3]. Salah satu permasalahan umum yang terjadi di kota-kota besar di Indonesia yaitu kemacetan lalu lintas [4]. Kemacetan mengakibatkan kerugian contohnya mengakibatkan *stress* karena kecewa tidak mencapai tujuan yang diharapkan [5]. Kemacetan lalu lintas terutama disebabkan oleh ketidakseimbangan antara pertumbuhan kendaraan yang semakin pesat dengan keterbatasan infrastruktur yang ada [4]. Mengatasi kemacetan lalu lintas di jalan raya tidak hanya fokus pada peningkatan infrastruktur secara kualitas dan kuantitas, tetapi juga pengelolaan lalu lintas yang efektif [6]. Analisis arus lalu lintas adalah landasan utama dalam perencanaan kota dan pengelolaan *Intelligent Transportation System* [7].

Teknologi *Intelligent Transportation System* ialah inovasi terbaru yang telah berkembang dalam beberapa tahun terakhir untuk mengatasi kemacetan lalu lintas [4]. *Intelligent Transportation System* adalah bidang yang luas memberikan bantuan di bidang pengemudi, komunikasi antar kendaraan, kontrol lalu lintas udara, prediksi rambu lalu lintas, deteksi plat nomor, kontrol kemacetan, rute dinamis dan lain-lain. *Intelligent Transportation System* menangani masalah manajemen arus lalu lintas yang buruk dengan menggunakan strategi pemantauan dan pengendalian lalu lintas yang akurat. Prediksi lalu lintas untuk penentuan jalur terbaik menjadi semakin penting dalam sistem transportasi cerdas [3]. Penerapan

Intelligent Transportation System dalam menangani kemacetan lalu lintas diharapkan dapat melibatkan partisipasi aktif masyarakat dan para pemangku kepentingan transportasi. Tujuannya yaitu untuk meningkatkan layanan transportasi di wilayah tersebut dan mengurangi tingkat kemacetan lalu lintas [4]. Dalam sistem transportasi cerdas, sistem manajemen lalu lintas yang canggih, dan sistem informasi perjalanan yang canggih bergantung pada prediksi keadaan lalu lintas yang tepat waktu dan akurat [8]. *Intelligent Transportation System* sudah menjadi kebutuhan untuk mengelola masalah lalu lintas yang semakin padat akibat pertumbuhan transportasi jalan yang mengalami peningkatan eksponensial. Ini juga sangat penting untuk membangun *smart city* dan untuk meningkatkan kenyamanan pengemudi kendaraan [9]. Menurut peneliti disarankan agar penggunaan *Intelligent Transportation System* dapat menyadarkan pengguna tentang lalu lintas saat ini dan memberikan tindakan pencegahan yang terjadi pada arus lalu lintas [3].

Penggunaan teknik *computer vision* dalam analisis lalu lintas semakin mendapat pandangan dalam pengembangan *Intelligent Transportation System*. Penggunaan sistem *Closed Circuit Television* (CCTV) untuk perhitungan intensitas lalu lintas adalah salah satu aplikasi utama dalam hal ini. Pemantauan arus lalu lintas CCTV mampu evaluasi dan verifikasi kinerja sistem secara efektif [7]. Beberapa kota besar telah mengimplementasikan penggunaan CCTV dalam pemantauan arus lalu lintas dengan kemampuan mengekstraksi informasi dari gambar seperti kecepatan, kemacetan lalu lintas, jenis kendaraan, dan terjadinya pelanggaran lalu lintas atau kecelakaan di jalan. Pemantauan arus lalu lintas telah diusulkan oleh banyak peneliti menggunakan metode *deep learning* seperti algoritma *You Only Look Once* (YOLO). Algoritma YOLO adalah salah satu pendekatan yang paling cepat dan akurat dalam deteksi objek, bahkan mampu melebihi kemampuan algoritma lain hingga dua kali lipat [10]. Algoritma deteksi objek YOLO disarankan untuk prapemrosesan data dan tahap deteksi [11].

Metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) adalah algoritma *supervised machine learning* yang mudah diterapkan. Metode KNN dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan klasifikasi dan regresi [12]. Dalam penelitian ini digunakan metode klasifikasi KNN. Metode KNN menggunakan perhitungan jarak terpendek sebagai ukuran untuk mengklasifikasi kasus baru berdasarkan tingkat kemiripann [13].

KNN sebagai salah satu metode *machine learning* yang telah diterapkan dalam mengatasi masalah lalu lintas perkotaan [1]. KNN dapat memprediksi status lalu lintas berdasarkan sebagian kecil data yang korelatif. Pendekatan prediksi berbasis data dan kualitas data pada metode KNN merupakan faktor penting pada kinerja prediksi [8]. Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan [12] bahwa KNN memberikan hasil paling akurat dibandingkan SVM dan ANN dalam memprediksi arus lalu lintas. KNN sebagai *machine learning* digunakan untuk memperkirakan waktu tempuh dan kepadatan lalu lintas [14].

Penentuan jalur terbaik memerlukan beberapa proses dan metode dalam menentukan jalur yang terbaik, tepat, dan cepat untuk mencapai titik tujuan. Meningkatkan akurasi model klasifikasi dalam penentuan jalur terbaik dapat dilakukan dengan mengoptimalkan *hyperparameter*. Metode *hyperparameter* yang dapat digunakan yaitu *grid search*, *random search*, *bayesian optimization*, *particle swarm optimization*, dan *genetic algorithm* [15]. Penulis menggunakan optimasi *grid search* dan *random search* untuk teknik optimasi agar mendapatkan keputusan yang lebih baik lagi setelah data diolah menggunakan metode KNN. Pada penelitian [9] *grid search* untuk prediksi arus lalu lintas mendapatkan hasil prediksi kinerja yang baik. Kemudian untuk *random search* terdapat penelitian yang telah dilakukan tentang optimasi *traditional public transport with electric* dan perencanaan rute untuk navigasi *geomagnetic* robot [16][17].

Oleh karena itu, penelitian ini melakukan perbandingan dengan menggunakan metode KNN serta mengetahui tingkat akurasi yang telah dioptimasi dengan *grid search* dan *random search*. Penelitian ini menggunakan data CCTV lalu lintas yang diolah dengan metode *You Only Look Once version 8* (YOLOv8) dan dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan akurasi serta prediksi yang baik. Dalam hal ini diberi judul “*Sistem Smart Transportation untuk Penentuan Jalur Terbaik dengan Perbandingan Metode KNN yang dioptimasi Dengan Grid Search dan Random Search*”. Proses penelitian ini diharapkan dapat memberikan hasil yang baik untuk mendeteksi kendaraan melalui rekaman CCTV lalu lintas dan menghasilkan prediksi kondisi jalan yang sesuai. Penelitian ini dapat memberikan pengetahuan dalam menentukan jalur terbaik untuk mencapai tujuan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka terdapat rumusan masalah dari penyusunan tugas akhir ini ialah:

1. Bagaimana menerapkan metode KNN yang digunakan untuk menentukan kategori kondisi jalan.
2. Bagaimana perbandingan akurasi KNN yang dioptimasi dengan *grid search* dan metode KNN yang dioptimasi dengan *random search* untuk penentuan jalur terbaik.
3. Bagaimana cara menentukan jalur terbaik pada algoritma *A-Star* dalam lalu lintas perkotaan.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penyusunan tugas akhir ini yaitu:

1. Penelitian ini hanya menggunakan satu metode yaitu KNN.
2. Penelitian dilakukan hanya dengan dua optimasi yaitu *grid search* dan *random search*.
3. Penelitian dilakukan dengan algoritma *A-Star* untuk menentukan jalur terbaik.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penyusunan tugas akhir, yaitu:

1. Mengimplementasikan metode KNN yang digunakan untuk menentukan kategori kondisi jalan.
2. Untuk membandingkan hasil akurasi terbaik berdasarkan dua optimasi tersebut yaitu dengan metode KNN yang dioptimasi dengan *grid search* dan metode KNN yang dioptimasi dengan *random search*.
3. Untuk mengetahui hasil jalur terbaik algoritma *A-Star* yang didapatkan pada lalu lintas perkotaan.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penyusunan tugas akhir, yaitu:

1. Dapat menentukan kategori kondisi jalan yang dilakukan dengan metode KNN.
2. Dapat membandingkan hasil akurasi dari kedua optimasi untuk memprediksi penentuan jalur terbaik pada sistem *smart transportation* sehingga didapatkan pembuktian optimasi yang baik untuk penentuan jalur terbaik.
3. Dapat mengetahui hasil jalur terbaik yang didapatkan dalam penelitian ini.

1.6 Metodologi Penelitian

Pada Tugas Akhir ini, pendekatan metodologi yang digunakan terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut :

1.6.1 Metode Studi Pustaka dan Literatur

Metode ini mampu mengidentifikasi dan mengklasifikasi informasi berbasis literatur ilmiah pada artikel, jurnal, buku dan internet mengenai “Sistem *Smart Transportation* untuk Penentuan Jalur Terbaik dengan Perbandingan Metode KNN yang dioptimasi dengan *Grid Search* Dan *Random Search*”.

1.6.2 Metode Konsultasi

Dalam metode ini penulis melakukan konsultasi dengan semua pihak yang mempunyai pengetahuan serta wawasan yang relevan untuk mengatasi permasalahan yang terkait dengan penulisan tugas akhir “Sistem *Smart Transportation* untuk Penentuan Jalur Terbaik dengan Perbandingan Metode KNN yang dioptimasi dengan *Grid Search* dan *Random Search*”.

1.6.3 Metode Penentuan Model

Metode ini melibatkan proses penentuan model berdasarkan rumusan masalah yang digunakan pada penelitian ini. Penentuan model pada penelitian ini menggunakan *software* python.

1.6.4 Metode Pengujian

Metode ini dilakukan pengujian terhadap data yang telah diolah dengan memprediksi kondisi jalan pada model KNN, *grid search*, dan *random search*. Pengujian model menggunakan simulasi *software* python.

1.6.5 Metode Analisis dan Kesimpulan

Hasil pengujian pada “Sistem *Smart Transportation* untuk Penentuan Jalur Terbaik dengan Perbandingan Metode *K-Nearest Neighbors* (KNN) yang dioptimasi dengan *Grid Search* dan *Random Search*” dilakukan analisis dari hasil yang telah didapatkan. Analisis dilakukan untuk mengetahui hasil performa model dan dapat mengetahui perbedaan dari hasil yang telah didapatkan. Sehingga menghasilkan suatu kesimpulan yang diharapkan dapat digunakan dalam penentuan jalur terbaik.

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis merancang sistematika penulisan yang bertujuan untuk memperjelas isi skripsi pada masing-masing bab. Setiap bab terdiri dari beberapa subbab yang secara rinci menjelaskan topik terkait. Secara keseluruhan, sistematika penulisan penyusunan tersebut disusun sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Didalam bab ini dijelaskan tentang pondasi penelitian mengenai dasar-dasar penelitian yang dilakukan diantaranya membahas tentang hal yang melatar belakangi permasalahan, rumusan dan batasan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat yang diambil dari penelitian ini, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang dasar-dasar teori yang meliputi beberapa aspek antara lain membahas mengenai *smart transportation*, *smart city*, kota Palembang, kemacetan lalu lintas, *Closed Circuit Television* (CCTV), jalur terbaik, *machine learning*, *K-Nearest Neighbors* (KNN), *grid search*, *random search*, *confusion matrix*, metode *heuristic* algoritma *A-star*, dan YOLO.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini dijelaskan secara sistematis bagaimana proses penelitian dilakukan dari tahap awal hingga tahap akhir. Penjelasan pada bab ini diantaranya pengumpulan data, diagram alir penelitian, dan penjelasan metode yang digunakan.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini melakukan pembahasan mengenai hasil yang didapat dari penelitian yang sudah dilakukan pengujian masing-masing model. Hasil yang telah didapatkan dilakukan analisis sebagai pembahasan atau penjelasan agar mengetahui maksud dari hasil tersebut.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan dari hasil-hasil yang diperoleh dalam penelitian. Bab ini ialah jawaban yang dicapai sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, serta saran untuk penelitian selanjutnya.

- [14] N. O. Alsrehin, A. F. Klaib, and A. Magableh, “Intelligent Transportation and Control Systems Using Data Mining and Machine Learning Techniques: A Comprehensive Study,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 49830–49857, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2909114.
- [15] A. Toha, P. Purwono, W. Gata, and A. Toha, “Model Prediksi Kualitas Udara dengan Support Vector Machines dengan Optimasi Hyperparameter GridSearch CV,” *Bul. Ilm. Sarj. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 12–21, 2022, doi: 10.12928/biste.v4i1.6079.
- [16] M. Y. Kovalyov, B. M. Rozin, and N. N. Guschinsky, “Mathematical Model and Random Search Algorithm for the Optimal Planning Problem of Replacing Traditional Public Transport with Electric,” *Autom. Remote Control*, vol. 81, no. 5, pp. 803–818, 2020, doi: 10.1134/S0005117920050033.
- [17] Y. Xu, G. Guan, Q. Song, C. Jiang, and L. Wang, “Heuristic and random search algorithm in optimization of route planning for Robot’s geomagnetic navigation,” *Comput. Commun.*, vol. 154, no. January, pp. 12–17, 2020, doi: 10.1016/j.comcom.2020.02.043.
- [18] X. Luo, D. Li, Y. Yang, and S. Zhang, “Spatiotemporal traffic flow prediction with KNN and LSTM,” *J. Adv. Transp.*, vol. 2019, 2019, doi: 10.1155/2019/4145353.
- [19] N. Tri Romadloni, I. Santoso, S. Budilaksono, and M. Ilmu Komputer STMIK Nusa Mandiri Jakarta, “Perbandingan Metode Naive Bayes, Knn Dan Decision Tree Terhadap Analisis Sentimen Transportasi Krl Commuter Line,” *J. IKRA-ITH Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 1–9, 2019.
- [20] S. R. Sriratnasari, G. Wang, E. R. Kaburuan, and R. Jayadi, “Integrated Smart Transportation using IoT at DKI Jakarta,” *Proc. 2019 Int. Conf. Inf. Manag. Technol. ICIMTech 2019*, vol. 1, no. August, pp. 531–536, 2019, doi: 10.1109/ICIMTech.2019.8843747.
- [21] F. Zantalis, G. Koulouras, S. Karabetsos, and D. Kandris, “A review of machine learning and IoT in smart transportation,” *Futur. Internet*, vol. 11, no. 4, pp. 1–23, 2019, doi: 10.3390/FI11040094.
- [22] Y. T. Hsiao, C. L. Chuang, and C. C. Chien, “Ant colony optimization for best path planning,” *IEEE Int. Symp. Commun. Inf. Technol. Isc. 2004*, vol. 1, no. 1, pp. 109–113, 2004, doi: 10.1109/iscit.2004.1412460.
- [23] A. Priyantoro and K. Mustofa, “Pengembangan Aplikasi Pencarian Rute Terbaik Pada Sistem Operasi Android (Studi Kasus Rute Trans-Jogja),” *Bimipa*, vol. 24, no. 1, pp. 72–88, 2014.
- [24] G. Eraniola and E. Suhendar, “Menentukan Rute Kendaraan PT . Sarana Cahaya Makmur Metode Algoritma Ant Colony Optimization,” *IKRA-ITH Teknol. J. Sains Teknol.*, vol. 5, no. 1, pp. 59–67, 2021.
- [25] A. Roihan, P. A. Sunarya, and A. S. Rafika, “Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang: Review paper,” *IJCIT (Indonesian J. Comput. Inf.*

- Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 75–82, 2020, doi: 10.31294/ijcit.v5i1.7951.
- [26] Z. Ullah, F. Al-Turjman, L. Mostarda, and R. Gagliardi, “Applications of Artificial Intelligence and Machine learning in smart cities,” *Comput. Commun.*, vol. 154, no. February, pp. 313–323, 2020, doi: 10.1016/j.comcom.2020.02.069.
- [27] S. Diansyah, “Klasifikasi Tingkat Kepuasan Pengguna dengan Menggunakan Metode K-Nearest Neighbour (KNN),” *J. Sistim Inf. dan Teknol.*, vol. 4, pp. 7–12, 2022, doi: 10.37034/jsisfotek.v4i1.114.
- [28] G. Zhang and F. Li, “Application of the KNN algorithm based on KD tree in intelligent transportation system,” *Proc. IEEE Int. Conf. Softw. Eng. Serv. Sci. ICSESS*, pp. 832–835, 2014, doi: 10.1109/ICSESS.2014.6933695.
- [29] A. Prahutama, T. W. Utami, and H. Yasin, “Prediksi Harga Saham Menggunakan Support Vector Regression Dengan Algoritma Grid Search,” *Media Stat.*, vol. 7, no. 1, pp. 29–35, 2014.
- [30] R. Ghawi and J. Pfeffer, “Efficient Hyperparameter Tuning with Grid Search for Text Categorization using kNN Approach with BM25 Similarity,” *Open Comput. Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 160–180, 2019, doi: 10.1515/comp-2019-0011.
- [31] O. R. Sanchez, M. Repello, A. Carrega, and R. Bolla, “Evaluating ML-based DDoS Detection with Grid Search Hyperparameter Optimization,” *Proc. 2021 IEEE Conf. Netw. Softwarization Accel. Netw. Softwarization Cogn. Age, NetSoft 2021*, no. M1, pp. 402–408, 2021, doi: 10.1109/NetSoft51509.2021.9492633.
- [32] A. Mutmainnah and E. Widodo, “Application of Support Vector Machine (SVM) Methods on Stock Price Forecasting of PT Telekomunikasi Indonesia Tbk,” *Semin. Nas. Edusainstek FMIPA UNIMUS 2018*, pp. 50–60, 2018.
- [33] C. G. Siji George and B. Sumathi, “Grid search tuning of hyperparameters in random forest classifier for customer feedback sentiment prediction,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 11, no. 9, pp. 173–178, 2020, doi: 10.14569/IJACSA.2020.0110920.
- [34] N. Maharani, “PENENTUAN HIPOSENTER GEMPA GUNUNG KARANGETANG SULAWESI UTARA MENGGUNAKAN METODA RANDOM SEARCH,” *J. Bakti Sar.*, vol. 08, no. 2, pp. 1–13, 2019.
- [35] Fatihah Rahmadayana and Yuliant Sibaroni, “Sentiment Analysis of Work from Home Activity using SVM with Randomized Search Optimization,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 5, no. 5, pp. 936–942, 2021, doi: 10.29207/resti.v5i5.3457.
- [36] M. F. Rahman, D. Alamsah, M. I. Darmawidjadja, and I. Nurma, “Klasifikasi Untuk Diagnosa Diabetes Menggunakan Metode Bayesian Regularization Neural Network (RBNN),” *J. Inform.*, vol. 11, no. 1, p. 36, 2017, doi: 10.26555/jifo.v11i1.a5452.

- [37] Hasran, “Klasifikasi Penyakit Jantung Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor,” *Indones. J. Data Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–4, 2020.
- [38] B. Machado, C. Pimentel, and A. de Sousa, “Integration planning of freight deliveries into passenger bus networks: Exact and heuristic algorithms,” *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, vol. 171, no. March, p. 103645, 2023, doi: 10.1016/j.tra.2023.103645.
- [39] G. Tang, C. Tang, C. Claramunt, X. Hu, and P. Zhou, “Geometric A-Star Algorithm: An Improved A-Star Algorithm for AGV Path Planning in a Port Environment,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 59196–59210, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3070054.
- [40] Y. F. Yiu, J. Du, and R. Mahapatra, “Evolutionary Heuristic A*Search: Pathfinding Algorithm with Self-Designed and Optimized Heuristic Function,” *Int. J. Semant. Comput.*, vol. 13, no. 1, pp. 5–23, 2019, doi: 10.1142/S1793351X19400014.
- [41] G. Hendratna, A. Damuri, R. Anagora, and ..., “Konsep Kota Pintar Yang Diterapkan Pada Pelayanan Umum di Bidang Transportasi,” ... *J. Komput. dan ...*, vol. 4, no. 3, pp. 57–64, 2020, [Online]. Available: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/ikraith-informatika/article/download/859/648>
- [42] A. Hasibuan and oris kianto Sulaiman, “Smart City, Konsep Kota Cerdas Sebagai Alternatif Penyelesaian Masalah Perkotaan Kabupaten/Kota,” *Bul. Tek.*, vol. 14, no. 2, pp. 127–135, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/1097>
- [43] A. M. Nagy and V. Simon, “Survey on traffic prediction in smart cities,” *Pervasive Mob. Comput.*, vol. 50, pp. 148–163, 2018, doi: 10.1016/j.pmcj.2018.07.004.
- [44] M. F. Romdhoni, “Analisa Kepadatan Kota, Pergerakan dan Perkembangan Morfologi Kota Palembang, Indonesia,” *Arsir*, vol. 4, no. 2, p. 25, 2020, doi: 10.32502/arsir.v4i2.2771.
- [45] E. Buchari, “Kebijakan Mengatasi Kemacetan Dengan Berbagi Waktu Pada Jam Puncak,” *J. Transp.*, vol. 14, no. 524, pp. 147–154, 2014, [Online]. Available: <http://103.36.68.33/index.php/journaltransportasi/article/view/1400>
- [46] S. Nisumanti and E. Krisna, “Evaluasi Kinerja Jalan Nasional Terhadap Karakteristik,” *J. TEKNO Glob.*, vol. 9, no. 01, pp. 28–33, 2020.
- [47] D. N. Utama and R. N. Sari, “Penunjuk Arah Cerdas Berbasis Aturan Fuzzy (Sebuah Ide Implementasi Dari Penggunaan Sensor Lalu Lintas),” *J. RISENOLOGI KPM UNJ*, vol. 2, pp. 24–35, 2017.
- [48] R. Iskandar, B. Uddin, and D. D, “Application of Information Systems to Decrease Traffic Construction using CCTV Network Technology,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 177, no. 28, pp. 34–38, 2019, doi: 10.5120/ijca2019919702.

- [49] D. Mualfah and R. A. Ramadhan, “Analisis Digital Forensik Rekaman Kamera CCTV Menggunakan Metode NIST (National Institute of Standards Technology),” *IT J. Res. Dev.*, vol. 5, no. 2, pp. 171–182, 2020, doi: 10.25299/itjrd.2021.vol5(2).5731.
- [50] O. A. Astra and Y. Mardiana, “Rancang Bangun dan Analisa Pengendali CCTV Berbasis Arduino Menggunakan Smartphone Android,” *J. Media Infotama*, vol. 14, no. 1, 2018, doi: 10.37676/jmi.v14i1.470.
- [51] J. Terven and D. Cordova-Esparza, “A Comprehensive Review of YOLO: From YOLOv1 to YOLOv8 and Beyond,” *UNDER Rev. ACM Comput. Surv.*, pp. 1–31, 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2304.00501>
- [52] Q. Aini, N. Lutfiani, H. Kusumah, and M. S. Zahran, “Deteksi dan Pengenalan Objek Dengan Model Machine Learning: Model Yolo,” *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 6, no. 2, p. 192, 2021, doi: 10.24114/cess.v6i2.25840.
- [53] D. T. Mane, S. Sangve, S. Kandhare, S. Mohole, S. Sonar, and S. Tupare, “Real-Time Vehicle Accident Recognition from Traffic Video Surveillance using YOLOV8 and OpenCV,” *Int. J. Recent Innov. Trends Comput. Commun.*, vol. 11, no. February, pp. 250–258, 2023.
- [54] M. Sarosa and N. Muna, “Implementasi Algoritma You Only Look Once (Yolo) Untuk Implementation of You Only Look Once (Yolo) Algorithm for,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 4, pp. 787–792, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184407.